

Análisis de los indicadores de rendimiento en las finales europeas de natación en pruebas cortas y en estilo libre

Analysis of Performance Indicators in the European Freestyle Swimming Short Course Finals

ALFONSO TRINIDAD MORALES
ALBERTO LORENZO CALVO
Universidad Politécnica de Madrid

Correspondencia con autor
Alfonso Trinidad Morales
retse_gd@hotmail.com

Resumen

Este estudio ha tenido como objetivo analizar las diferencias en los indicadores de rendimiento de las pruebas finales de 50, 100 y 200 metros estilo libre. Se analizaron 384 nadadores pertenecientes a los Campeonatos Europeos de Natación en piscina de 25 y 50 metros. Se utilizaron diferentes variables de tipo: tiempo, velocidad, frecuencia de ciclo, longitud de ciclo e índice de nado, realizándose un análisis comparativo según género, pruebas y piscinas. Los resultados mostraron que los hombres fueron más rápidos, teniendo menores tiempos y niveles de frecuencia en las pruebas de 200 m. En cambio, las mujeres mostraron inferiores valores en las longitudes e índices de ciclo en las pruebas de 100 y 200 m. En la comparación entre piscinas, existen diferencias significativas en los tiempos finales, velocidades parciales y frecuencias de ciclos en la prueba de 200 m. Y finalmente, en las medias comparadas en función de la pruebas, existieron diferencias significativas en todos los indicadores, excepto en el índice de nado.

Palabras clave: indicadores del rendimiento, finales europeas, pruebas cortas, natación, estilo libre

Abstract

Analysis of Performance Indicators in the European Freestyle Swimming Short Course Finals

This study examines the differences in performance indicators for the 50, 100 and 200 metre freestyle finals. 384 swimmers at the European Swimming Championships in 25 and 50 metre swimming pools were analysed. A range of variables were used including time, speed, cycle frequency, cycle length and swimming rate, performing comparative analysis by gender, races and pools. The results showed that men were faster, with lower times and frequency levels in 200 m races. By contrast, women presented lower values in cycle lengths and rates in the 100 and 200 m races. In the comparison between pools, there are significant differences in final times, interval speeds and cycle frequencies in the 200 m races. Finally, there were significant differences in all indicators, except for the swimming rate, in the comparative averages depending on the races.

Keywords: performance indicators, European finals, short course races, swimming, freestyle

Introducción

Distintos estudios sobre el análisis de la competición en natación han aportado información muy concisa sobre los parámetros cinemáticos y temporales que influyen en el rendimiento del nadador (para más información ver revisión de Robertson, Pyne, Hopkins, & Anson, 2009). Según Arellano, Brown, Cappaert y Nelson (1994), ya desde las últimas tres décadas, se ha observado una mejora significativa en el proceso competitivo. Del mismo modo, para Ken-

nedy, Brown, Chengalur y Nelson (1990), se ha producido una mejora progresiva en las pruebas de nado, como consecuencia de la posible interacción entre los parámetros cinemáticos y temporales, y una mejora en los procesos de entrenamiento. Prueba de ello, son las investigaciones realizadas en campeonatos internacionales y juegos olímpicos (p. ej.: Arellano, Brown, Cappaert, & Nelson, 1994; Hellard et al., 2008; Kennedy, Brown, Chengalur, & Nelson, 1990; Robertson et al. 2009).

El objetivo de la competición en natación es cubrir una distancia de prueba en el menor tiempo posible. Este tiempo de prueba se puede dividir en cuatro partes: el tiempo de salida, el tiempo de nado, el tiempo de viraje y el tiempo de llegada. La relación que existe entre tiempo por largo y tiempo final viene determinado por el ritmo que se establece en la prueba, en función de la distancia (Maglischo, 2003). Un estudio sobre el análisis de los tiempos de cada largo en campeonatos internacionales desveló cómo los tiempos de cada largo eran cada vez más rápidos, consecuencia fundamentalmente de que los nadadores tendían a seguir un estilo de nado parabólico para los tiempos de nado y porque tenían una salida, un desarrollo y un final de prueba rápidos, además de ser capaces de mantener dicha velocidad durante la prueba (Robertson et al., 2009).

La incorporación de nuevas variables para el análisis de la competición, como la longitud de ciclo, frecuencia de ciclo e índice de nado (Costill et al., 1985), han dado información más detallada e individualizada sobre lo que ocurre en la competición, ya que tradicionalmente el análisis del resultado de la prueba era el mero tiempo final y el tiempo parcial, junto a observaciones técnicas, principalmente cualitativas (Sánchez-Molina & Arellano, 2002). Del producto de la frecuencia de ciclo y longitud de ciclo resulta la velocidad de nado, la cual se ve influenciada por los diferentes incrementos y descensos de la frecuencia de ciclo y longitud de ciclo respectivamente (Camarero, Tella, Moreno, & Fuster, 1997).

El análisis de estas variables cinemáticas se ha realizado con relación a varios factores: *a)* el entrenamiento (p. ej.: Seyfried, 2007); *b)* entre diferentes categorías, géneros, estilos y distancias de nado (p. ej.: Arellano et al., 1994; Camarero et al., 1997; Hellard et al., 2008; Kennedy et al., 1990; Morales, Arellano, Femia y Mercadé, 2009; Robertson et al., 2009; Sánchez-Molina & Arellano, 2002; Vorontsov & Binevsky, 2002); *c)* en relación con las características antropométricas (p. ej.: Pelayo, Sidney, Kherif, Choliet, & Tourny, 1996), y *d)* en relación con las estrategias de nado (p. ej.: Chen, Chen, Jin, & Yan, 2008).

Seyfried (2007), al analizar cómo influyó el entrenamiento en las variables cinemáticas, observó que el dominio de la frecuencia de ciclo y la velocidad permitía al nadador nadar a una velocidad constante, y por tanto, a un ritmo estable, adaptándose con mayor eficacia a las velocidades utilizadas, disminuyendo el gasto energético, retrasando la fatiga y favoreciendo el aprendizaje de los movimientos. Camarero, Tella, Moreno y Fuster

(1997); Morales, Arellano, Femia y Mercadé (2009) y Vorontsov y Binevsky (2002), analizaron el comportamiento de la velocidad, frecuencia de ciclo y longitud de ciclo en diferentes categorías, géneros, estilos y distancias de nado, observando cómo la frecuencia de ciclo y la longitud de ciclo en jóvenes nadadores era inferior a las de los nadadores de élite. Durante el proceso de crecimiento y de entrenamiento, los jóvenes nadadores producen un incremento de la velocidad y longitud de ciclo, con una ligera variación de la frecuencia de ciclo, coincidiendo con los periodos de desarrollo de la fuerza máxima y el metabolismo anaeróbico láctico.

Por el contrario, el análisis de dichas variables en nadadores de nivel internacional y olímpico (Arellano et al., 1994), reveló que el éxito de los nadadores de estilo libre se caracteriza por tener una longitud de ciclo más larga, y valores más cortos en el tiempo de nado, junto con una mayor velocidad promedio, y una mayor estatura. Kennedy et al. (1990) afirmaron que los hombres son superiores a las mujeres en cuanto al rendimiento en pruebas de 100 metros, debido a su mayor estatura, edad, longitud de ciclo y frecuencia de ciclo. Pero según Arellano et al. (1994), a medida que aumentaba la distancia de prueba de 50 m hasta 200 metros, la frecuencia de ciclo disminuía y se incrementaba la longitud de ciclo, el tiempo para completar cada fase de la prueba, y según Mason y Cossor (2001), el tiempo empleado en la fase subacuática. Y según Sánchez-Molina y Arellano (2002), también disminuía el índice de nado, entendiendo dicha variable como un indicador de la economía de nado. En cambio, para pruebas de 200 metros, las variables cinemáticas tienden a variar de forma significativa bajo una intensidad máxima, estando dichas variaciones relacionadas con el metabolismo energético predominante en la prueba (Castro & Mota, 2008), y la interacción entre los requisitos biomecánicos de la tarea y la habilidad individual (Hellard et al., 2008).

Entre los factores que pueden influir en la relación entre la frecuencia de ciclo y la longitud de ciclo y afectar a la velocidad de nado se encuentran los parámetros antropométricos como la estatura, la constitución física, la superficie de los segmentos de propulsión, y la capacidad de flotación. Según Pelayo, Siney, Kheirf, Chollet y Tourny (1996), la proporción de frecuencia de ciclo y longitud de ciclo para el estilo libre tiene relación directa con la distancia de la carrera y el sexo del nadador. Los resultados obtenidos mostraron cómo la frecuencia de ciclo observada en las nadadoras fue similar a la de los hombres, desde los 50 metros a los 400 metros,

llegando así a la conclusión de que las características antropométricas son mejores indicadores de velocidad, frecuencia de ciclo y longitud de ciclo en las mujeres que en los hombres. En primer lugar, esta circunstancia pudo ser debida a que los niveles de rendimiento en las mujeres fueron inferiores respecto al de los hombres. Por otro lado, también se puede explicar porque la diferencia promedio entre la altura y envergadura de brazo en nadadores varones ($7,39 \pm 6,02$) fue significativamente mayor. Por lo tanto, parece que dichos factores influyen sobre el rendimiento y sobre la mecánica del movimiento, además de estar relacionados con la frecuencia de ciclo y, más directamente, con la longitud de ciclo.

El determinar qué estrategia de nado es la más eficiente de cara a establecer un ritmo de prueba más eficaz para la competición, y cómo el nadador tiene que ser capaz de dosificar su esfuerzo y de seleccionar una velocidad apropiada, ha sido objeto de estudio de varios investigadores mediante el uso de diferentes análisis estadísticos (p. ej.: Chen et al., 2008). Al analizar qué estrategia de nado y combinación óptima de los parámetros de la carrera ayudó a los nadadores a alcanzar sus mejores resultados en función de la distancia, buscando una predicción del rendimiento, Chen, Chen, Jin y Yan (2008) observaron cómo entre nadadores masculinos y femeninos de 200 metros libres se podía utilizar patrones de longitud de ciclo similares, mientras que en la velocidad de nado los hombres solían ser algo más rápidos.

Siendo numerosos los estudios que han analizado la influencia de las variables cinemáticas en el nado, y cómo pueden afectar al rendimiento del nadador, son pocos los estudios que han buscado la mejora en un mismo estilo en función del tipo de prueba, corta y media distancia, y si existen diferencias entre dichas variables para los diferentes tipos de vasos. Por tanto, el objetivo del presente estudio ha sido comparar las diferencias existentes en las variables temporales y cinemáticas de los nadadores, en las pruebas de 50, 100 y 200 metros estilo libre, en los Campeonatos Europeos de Natación desde el 2000 al 2006, en piscina de 25 y 50 metros, diferenciando por género, pruebas y tipo de piscina.

Método

Participantes

Se analizaron 384 nadadores finalistas, 192 hombres y 192 mujeres, participantes en las pruebas de 50, 100

y 200 metros estilo libre, pertenecientes a los Campeonatos Europeos de Natación, celebrados cada dos años desde 2000 a 2006, en piscina de 25 y 50 metros. Todos los nadadores seleccionados fueron los finalistas en cada prueba.

Procedimientos

Los datos han sido obtenidos de la página web <http://www.swim.ee/competition/index.html>, mantenida por el profesor Rein Haljand, perteneciente al Departamento de Kinesiología de la Universidad de Tallin (Estonia).

Las variables independientes registradas fueron el género, las pruebas de nado y los dos vasos de las piscinas (25 y 50 metros). Las variables dependientes registradas fueron: a) resultados de la competición: tiempo final y tiempos parciales; b) tiempos y velocidades en las diferentes fases de la prueba de competición: salida (15 metros), nado (5-20 metros en piscina corta y 15-40 metros en piscina larga), viraje (15 metros) y llegada (5 metros) y c) variables cíclicas: frecuencia de ciclo, longitud de ciclo (5-20 metros en piscina corta y 15-40 metros en piscina larga) e índice de nado (adaptado de Arellano, Ferro et al., 2001). Es preciso destacar que las variables analizadas en las diferentes distancias de competición cambian al incrementarse el número de largos a recorrer por el nadador (*tablas 1 a 4*).

Análisis de datos

Para la realización del análisis estadístico se utilizó el programa SPSS 16.0 para Mac OS X. Se obtuvieron los estadísticos descriptivos de cada una de las variables; así como se utilizó la prueba t para muestras independientes para comparar los datos obtenidos según el género y el vaso de las piscinas, ambos segmentados por pruebas. Además, se llevó a cabo una Anova para las diferentes pruebas y una comparación múltiple de medias aplicando la prueba de Tukey, puesto que proporcionaba intervalos de confianza de menor longitud. El nivel de significación quedó establecido en $p < 0,05$.

Resultados

Los resultados se exponen discriminando por género, prueba y tipo de piscina.

Variables	Nombre	Abreviatura	Definición
Tiempo de nado	Parcial en 25 m	Tp.25	Tiempo desde la señal de salida hasta que el nadador corta con la cabeza la línea de 25 m.
Velocidad de nado	Parcial en 25 m	Vp.25	Velocidad promedio entre 15 y 20 m en piscina corta y entre 15 y 25 m en piscina larga.
	Parcial en 50 m	Vp.50	Velocidad promedio entre 35 y 40 m en piscina corta y entre 25 y 35 m en piscina larga.
Variables acíclicas	Frecuencia de ciclo en 25 m	Fc.25	Tres ciclos partido por la duración en segundos medida en el primer largo en piscina corta (Hz).
	Frecuencia de ciclo en 50 m	Fc.50	Tres ciclos partido por la duración en segundos medidas en el segundo largo en piscina corta y en el primer 50 m en piscina larga (Hz).
	Longitud de ciclo en 25 m	Lc.25	Velocidad de nado promedio Vp.25 partido por Fc.25 (m/ciclo).
	Longitud de ciclo en 50 m	Lc.50	Velocidad de nado promedio Vp.50 partido por Fc.50 (m/ciclo).

Tabla 1

Variables del estudio utilizadas para la prueba de 50 m

Variables	Nombre	Abreviatura	Definición
Tiempo de nado	Parcial en 25 m	Tp.25	Tiempo desde la señal de salida hasta que el nadador toca con los pies la pared en el primer viraje.
	Parcial en 75 m	Tp.75	Tiempo desde que los pies tocan la pared en el primer viraje y vuelven a tocar la siguiente pared con los pies.
Velocidad de nado	Parcial en 25 m	Vp.25	Velocidad promedio entre 15 y 20 m en piscina corta y entre 15 y 25 m en piscina larga.
	Parcial en 50 m	Vp.50	Velocidad promedio entre 35 y 40 m en piscina corta y entre 25 y 35 m en piscina larga.
	Parcial en 75 m	Vp.75	Velocidad promedio entre 60 y 65 m en piscina corta y entre 65 y 75 m en piscina larga.
	Parcial en 100 m	Vp.100	Velocidad promedio entre 85 y 90 m en piscina corta y entre 75 y 85 m en piscina larga.
Variables acíclicas	Frecuencia de ciclo en 25 m	Fc.25	Tres ciclos partido por la duración en segundos medida en el primer largo en piscina corta (Hz).
	Frecuencia de ciclo en 50 m	Fc.50	Tres ciclos partido por la duración en segundos medidas en el segundo largo en piscina corta y en el primer 50 m en piscina larga (Hz).
	Frecuencia de ciclo en 75 m	Fc.75	Tres ciclos partido por la duración en segundos medidas en el tercer largo en piscina corta (Hz).
	Frecuencia de ciclo en 100 m	Fc.100	Tres ciclos partido por la duración en segundos medidas en el cuarto largo en piscina corta y en el segundo 50 m en piscina larga.
	Longitud de ciclo en 25 m	Lc.25	Velocidad de nado promedio Vp.25 partido por Fc.25 (m/ciclo).
	Longitud de ciclo en 50 m	Lc.50	Velocidad de nado promedio Vp.50 partido por Fc.50 (m/ciclo).
	Longitud de ciclo en 75 m	Lc.75	Velocidad de nado promedio Vp.75 partido por Fc.75 (m/ciclo).
	Longitud de ciclo en 100 m	Lc.100	Velocidad de nado promedio Vp.100 partido por Fc.100 (m/ciclo).

Tabla 2

Variables del estudio utilizadas para la prueba de 100 m

Variables	Nombre	Abreviatura	Definición
Tiempo de nado	Parcial en 25 m	Tp.25	Tiempo desde la señal de salida hasta que el nadador toca con los pies la pared en el primer viraje.
	Parcial en 75 m	Tp.75	Tiempo desde que los pies tocan la pared en el primer viraje y vuelven a tocar la siguiente pared con los pies.
	Parcial en 125 m	Tp.125	Tiempo desde que los pies tocan la pared en el segundo viraje y vuelven a tocar la siguiente pared con los pies.
	Parcial en 175 m	Tp.175	Tiempo desde que los pies tocan la pared en el cuarto viraje y vuelven a tocar la siguiente pared con la mano.
Velocidad de nado	Parcial en 25 m	Vp.25	Tiempo promedio entre 15 y 20 m en piscina corta y entre 15 y 25 m en piscina larga.
	Parcial en 50 m	Vp.50	Velocidad promedio entre 35 y 40 m en piscina corta y entre 25 y 35 m en piscina larga.
	Parcial en 75 m	Vp.75	Velocidad promedio entre 60 y 65 m en piscina corta y entre 65 y 75 m en piscina larga.
	Parcial en 100 m	Vp.100	Velocidad promedio entre 85 y 90 m en piscina corta y entre 75 y 85 m en piscina larga.
	Parcial en 125 m	Vp.125	Velocidad promedio entre 115 y 120 m en piscina corta y entre 115 y 125 m en piscina larga.
	Parcial en 150 m	Vp.150	Velocidad promedio entre 135 y 140 m en piscina corta y entre 125 y 135 m en piscina larga.
	Parcial en 175 m	Vp.175	Velocidad promedio entre 165 y 170 m en piscina corta y entre 165 y 175 m en piscina larga.
	Parcial en 200 m	Vp.200	Velocidad promedio entre 185 a 190 m en piscina corta y entre 175 y 185 m en piscina larga.
Variables acíclicas	Frecuencia de ciclo en 25 m	Fc.25	Tres ciclos partido por la duración en segundos medida en el primer largo en piscina corta (Hz).
	Frecuencia de ciclo en 50 m	Fc.50	Tres ciclos partido por la duración en segundos medidas en el segundo largo en piscina corta y en el primer 50 m en piscina larga (Hz).
	Frecuencia de ciclo en 75 m	Fc.75	Tres ciclos partido por la duración en segundos medidas en el tercer largo en piscina corta (Hz).
	Frecuencia de ciclo en 100 m	Fc.100	Tres ciclos partido por la duración en segundos medidas en el cuarto largo en piscina corta y en el segundo 50 m en piscina larga.
	Frecuencia de ciclo en 125 m	Fc.125	Tres ciclos partido por la duración en segundos medidas en el quinto largo en piscina (Hz).
	Frecuencia de ciclo en 150 m	Fc.150	Tres ciclos partido por la duración en segundos medidas en el sexto largo en piscina corta y el tercer 50 m en piscina larga (Hz).
	Frecuencia de ciclo en 175 m	Fc.175	Tres ciclos partido por la duración en segundos medidas en el séptimo largo en piscina corta (Hz).
	Frecuencia de ciclo en 200 m	Fc.200	Tres ciclos partido por la duración en segundos medidas en el último largo en piscina corta y el cuarto 50 m en piscina larga (Hz).
	Longitud de ciclo en 25 m	Lc.25	Velocidad de nado promedio Vp.25 partido por Fc.25 (m/ciclo).
	Longitud de ciclo en 50 m	Lc.50	Velocidad de nado promedio Vp.50 partido por Fc.50 (m/ciclo).
	Longitud de ciclo en 75 m	Lc.75	Velocidad de nado promedio Vp.75 partido por Fc.75 (m/ciclo).
	Longitud de ciclo en 100 m	Lc.100	Velocidad de nado promedio Vp.100 partido por Fc.100 (m/ciclo).

▲
Tabla 3

Variables del estudio utilizadas para la prueba de 200 m

Variables	Nombre	Abreviatura	Definición
Variables acíclicas	Longitud de ciclo en 125 m	Lc.125	Velocidad de nado promedio Vp.125 partido por Fc.125 (m/ciclo).
	Longitud de ciclo en 150 m	Lc.150	Velocidad de nado promedio Vp.150 partido por Fc.150 (m/ciclo).
	Longitud de ciclo en 175 m	Lc.175	Velocidad de nado promedio Vp.175 partido por Fc.175 (m/ciclo).
	Longitud de ciclo en 200 m	Lc.200	Velocidad de nado promedio Vp.200 partido por Fc.200 (m/ciclo).

Tabla 3 (continuación)

Variables del estudio utilizadas para la prueba de 200 m

Variables	Nombre	Abreviatura	Definición
Comunes	Tiempo final de prueba	Tf	Tiempo entre la señal de salida hasta que el nadador toca la pared al final de la prueba.
	Tiempo de salida en 15 m	Tsal.15	Tiempo entre la señal de salida y el paso de la cabeza del nadador por la referencia de salida en 15 m.
	Tiempo de llegada en 5 m	Tlleg.5	Tiempo entre que la cabeza corta la línea a 10 m de la pared hasta que toca la pared con la mano durante el último largo de prueba.
	Tiempo de viraje promedio	Tvirmedio	Tiempo promedio entre el corte de la cabeza en los 5 m antes del viraje hasta 10 m después del en todos los virajes de la prueba (50, 100 y 200 m).
	Velocidad promedia	Vm	Velocidad promedio de toda la prueba de nado.
	Velocidad de salida a 15 m	Vsal.15	Velocidad promedio entre la velocidad de la señal de salida y el corte de la cabeza en una línea situada a 15 m de la pared.
	Velocidad de viraje medio	Vvirmedio	Velocidad promedio entre el corte de la cabeza en los 5 m antes del viraje hasta 10 m después en todos los virajes de la prueba (50, 100 y 200 m).
	Velocidad de llegada a 5 m	Vlleg.5	Velocidad promedio entre la distancia de 5 m hasta tocar la pared.
	Frecuencia de ciclo media	Fc.m	Promedio de las frecuencias de ciclo medidas en cada largo (Hz).
	Longitud de ciclo media	Lc.m	Promedio de las longitudes de ciclo medidas en cada largo (m/ciclo).
	Índice de nado	In	Producto de la velocidad promedio por la longitud de ciclo promedio (m ² /s*ciclo).

Tabla 4

Variables del estudio comunes para todas las pruebas

Variables	Hombres		Mujeres		Sig.
	Media	dt	Media	dt	
Tf	22,1156	,39060	25,1052	,50532	*
Vm	2,0979	,03204	1,8681	,03598	*
Vp.50	2,0386	,03364	1,8297	,03385	*
Vsal.15	2,5863	,05065	2,2398	,05892	*
Vvir.medio	2,2847	,03069	2,0019	,03939	*
Tlleg.5	2,2190	,07213	2,5280	,08008	*
Vlleg.5	2,0292	,06484	1,7814	,05626	*

Tabla 5Media, desviación típica y significación de la prueba *t* en cada una de las variables para la prueba de 50 metros obtenidas según el género

Comparación entre géneros

En la *tabla 5* se presentan los resultados del análisis descriptivo y de la prueba *t* para la igualdad de medias en la prueba de 50 metros, diferenciando entre hombres y mujeres. Los resultados muestran que existen diferencias significativas en la comparación por géneros en las variables: Tf, Vm, Vp.50, Vsal.15, Vvir.medio, Tlleg.5, Vlleg.5. (*Tabla 5*)

Para la prueba de 100 metros, los resultados han mostrado diferencias significativas en las variables: Tf, Tp.25, Tp.75, Vm, Vp.25, Vp.50, Lc.m, Tsal.15, Vsal.15,

Variables	Hombres		Mujeres		Sig.
	Media	dt	Media	dt	
Tf	48,7778	,83649	54,6031	,85937	*
Tp.25	10,9019	,15954	12,3294	,22294	*
Tp.75	35,9769	,37465	40,2850	,53204	*
Vm	1,9367	,02607	1,7419	,02581	*
Vp.25	2,0484	,04681	1,8316	,05510	*
Vp.50	1,9792	,03368	1,7755	,03142	*
Lc.m	2,2511	,18511	2,0266	,15869	*
Tsal.15	6,0263	,12689	6,9163	,14838	*
Vsal.15	2,4905	,05260	2,1702	,04822	*
Tvir.medio	7,1183	,12977	8,0002	,15841	*
Vvir.medio	2,1094	,04618	1,758	,03677	*
Tlleg.5	2,5055	,09495	2,7589	,10310	*
Vlleg.5	1,7944	,07026	1,6328	,06022	*

Tabla 6

Media, desviación típica y significación de la prueba t en cada una de las variables para la prueba de 100 metros obtenidas según el género

Tvir.medio, Vvir.medio, Tlleg.5, Vlleg.5. (Tabla 6)

En la prueba de 200 metros, los resultados señalan diferencias significativas en la comparación por géneros en las variables: Tf, Tp.25, Tp.75, Tp.125, Tp.175, Vm, Vp.50, Vp.75, Vp.100, Vp.125, Vp.150, Vp.200, Fc.50, Fc.100, Fc.150, Fc.m, Lc.100, Lc.150, Lc.200, Lc.m, In, Tsal.15, Tvir.media, Vvir.media, Tlleg.5. (Tabla 7)

Comparación entre tipos de piscina

Los resultados de la prueba t para muestras independientes en función del tipo de piscina, corta o larga, para las pruebas de 50 metros, sí muestran diferencias significativas en las variables: Tf y Tlleg.5. (Tabla 8)

Para la prueba de 100 metros, mostraron diferencias significativas la variable: Tf. (Tabla 9)

En la prueba de 200 metros, se encontraron diferencias significativas para las variables: Tf, Vp.25, Vp.50, Vp.75, Vp.100, Vp.175, Fc.50, Fc.100, Fc.m, Tlleg.5 (Tabla 10)

Comparación en función del tipo de prueba

En la tabla 11 se presentan los resultados de la Anova y la prueba de post hoc para comparaciones múltiples diferenciando entre las pruebas de nado, aplicando el test de Tukey. Los resultados mostraron que en la variable índice de nado no existían diferencias a nivel de prueba, mientras que para el resto de variables sí.

Variables	Hombres		Mujeres		Sig.
	Media	dt	Media	dt	
Tf	107,4038	2,05779	118,6764	2,15533	*
Tp.25	11,7331	,24169	13,1638	,27733	*
Tp.75	38,7075	,71752	42,8731	,77165	*
Tp.125	66,3256	1,06941	73,3125	1,18803	*
Tp.175	94,3963	1,51760	104,2250	1,51804	*
Vm	1,7630	,02855	1,6088	,02459	*
Vp.50	1,8108	,04084	1,6503	,03660	*
Vp.75	1,7614	,04876	1,6055	,03729	*
Vp.100	1,7480	,04284	1,5986	,03347	*
Vp.125	1,7498	,03893	1,5939	,03416	*
Vp.150	1,7313	,03503	1,5833	,04332	*
Vp.200	1,7056	,04425	1,5648	,03960	*
Fc.50	44,48	3,980	46,16	3,424	*
Fc100	43,19	3,720	44,61	3,180	*
Fc.150	43,58	2,959	45,23	2,549	*
Fc.m	43,88	2,887	45,25	2,507	*
Lc.100	2,4416	,17794	2,1605	,15493	*
Lc.150	2,3895	,14770	2,1072	,13847	*
Lc.200	2,2514	,11904	2,0306	,12371	*
Lc.m	2,3855	,14145	2,1128	,12044	*
In	4,204466	,2403606	3,399103	,2033234	*
Tsal.15	6,4122	,16164	7,3159	,17094	*
Tvir.medio	7,7366	,15515	8,6055	,15779	*
Vvir.medio	1,9395	,03836	1,7441	,03156	*
Tlleg.5	2,6017	,12770	2,8877	,11785	*

Tabla 7

Media, desviación típica y significación de la prueba t en cada una de las variables para la prueba de 200 metros obtenidas según el género

Variables	Piscina larga		Piscina corta		Sig.
	Media	dt	Media	dt	
Tf	23,9351	1,52155	23,3141	1,56104	*
Tlleg.5	2,4103	,16155	2,3397	,17727	*

Tabla 8

Media, desviación típica y significación de la prueba t en cada una de las variables para la prueba de 50 metros obtenidas según el vaso de la piscina

Variables	Piscina larga		Piscina corta		Sig.
	Media	dt	Media	dt	
Tf	52,2475	2,93010	51,1334	3,07551	*

Tabla 9

Media, desviación típica y significación de la prueba t en cada una de las variables para la prueba de 100 metros obtenidas según el vaso de la piscina

Variables	Piscina larga		Piscina corta		Sig.
	Media	dt	Media	dt	
Tf	114,3625	5,87168	111,7177	5,94938	*
Vp.25	1,8006	,10006	1,7705	,09481	*
Vp.50	1,7447	,08882	1,7164	,08827	*
Vp.75	1,7028	,09209	1,6641	,08292	*
Vp.100	1,6913	,08477	1,6553	,08030	*
Vp.175	1,6645	,10331	1,6348	,08332	*
Fc.50	46,59	3,351	44,05	3,802	*
Fc.100	44,67	3,647	43,13	3,234	*
Fc.m	45,11	2,761	44,02	2,711	*
Tlleg.5	2,7744	,16929	2,7150	,20316	*

* $p < ,05$ **Tabla 10**

Media, desviación típica y significación de la prueba t en cada una de las variables para la prueba de 200 metros obtenidas según el vaso de la piscina

Discusión

Comparación entre géneros

Al analizar el rendimiento de los nadadores diferenciándolos por género, se observó cómo la velocidad se volvió más eficaz a medida que la longitud de ciclo y el índice de nado eran mayores. Esto se observó en las pruebas de 100 y 200 metros, donde las mujeres desarrollaron un índice de nado y una longitud de ciclo promedio menor a las de los hombres, coincidiendo con Arellano et al. (1994); Chen et al. (2008), y Costill et al. (1985), quienes mostraron valores inferiores que influían en la velocidad de nado. Para las pruebas de 50, 100 y 200 metros, las mujeres registraron velocidades parciales inferiores a los 75, 100, 125, 150 y 200 metros, siendo por tanto más lentas respecto a los hombres. Además, mostraron menores valores en la longitud de ciclo a los 50, 100, 150 y 200 metros, y en la longitud de ciclo promedio. En las pruebas de 50 y 100 metros, fueron menos veloces en los 15 metros de salida y en los 5 metros de llegada. Y por último, en la prueba de 100 metros, su velocidad parcial a los 25 metros fue inferior a la de los hombres. Estos datos coinciden con los resultados encontrados por Sánchez-Molina y Arellano (2002), quienes confirman las diferencias significativas en dichas variables, debido probablemente a la diferencia entre alturas, las cuales influían sobre la longitud de ciclo.

Los hombres en las pruebas de 100 y 200 metros, en los tiempos parciales a los 25 y 75 metros, mostraron menores valores con respecto a las mujeres. Además, registraron valores inferiores en el tiempo de salida a los 15 metros y en el tiempo de viraje promedio, debido a

Variable	Prueba	Media	dt	Sig.
Tp.25	50	11,1848	0,7861	a,b,c
	100	11,6156	0,74465	
	200	12,4484	0,76576	
Vm	50	1,9821	0,12025	a,b,c
	100	1,8393	0,10116	
	200	1,6859	0,08183	
Vp.25	50	2,0309	0,13541	a,b,c
	100	1,94	0,12018	
	200	1,7855	0,09826	
Vp.50	50	1,9333	0,11011	a,b,c
	100	1,8773	0,1073	
	200	1,7305	0,08933	
Fc.50	50	57,13	4,435	a,b,c
	100	52,47	3,858	
	200	45,32	3,792	
Fc.m	50	59,57	4,052	a,b,c
	100	51,3	3,485	
	200	44,56	2,78	
Lc.50	50	2,0347	0,21016	a,b,c
	100	2,1665	0,19311	
	200	2,3073	0,22935	
Lc.m	50	1,9814	0,18904	a,b,c
	100	2,1388	0,20541	
	200	2,2491	0,18935	
Tsal.15	50	6,2576	0,47474	a,b,c
	100	6,4713	0,46743	
	200	6,8641	0,48297	
Vsal.15	50	2,4117	0,18235	a,b,c
	100	2,3303	0,16846	
	200	2,1965	0,15479	
Tvir.medio	50	7,0297	0,48314	a,b,c
	100	7,5592	0,46909	
	200	8,171	0,46317	
Vvir.medio	50	2,1433	0,14676	a,b,c
	100	1,9926	0,12441	
	200	1,8418	0,10417	
Tlleg.5	50	2,3747	,17266	a,b,c
	100	2,6322	,16102	
	200	2,7447	,18863	
Vlleg.5	50	1,9043	,13829	a,b,c
	100	1,7136	,10404	
	200	1,6480	,11322	

a) Diferencias significativas entre el 50 y el 100.

b) Diferencias significativas entre el 50 y el 200.

c) Diferencias significativas entre el 100 y el 200.

Tabla 11

Media, desviación típica, y nivel de significación de las comparaciones múltiples por medias entre las pruebas

su mayor velocidad, y según Hellard et al. (2008), a su alto índice de eficiencia propulsiva, fruto de una mayor fuerza de propulsión.

Los resultados en las pruebas de 50, 100 y 200 metros para las variables: tiempo final y tiempo de llegada a los 5 metros, reflejaron que los hombres obtuvieron menores valores respecto a las mujeres. A medida que se incrementa la distancia de nado, estos obtuvieron una longitud de ciclo más larga y unos tiempos en cada sección de la carrera más cortos, junto con una velocidad media alta. Para la prueba de 200 metros, los hombres mostraron menores tiempos en recorrer el parcial a los 125 y 175 metros. Además, registraron menores valores de frecuencia de ciclo a los 50, 100 y 150 metros, y en la frecuencia de ciclo promedia. Estos datos contrastan con el estudio de Seyfried (2007), para pruebas 200 metros a intensidad submáxima, donde con una frecuencia de ciclo más baja y una mayor longitud de ciclo, dieron como resultado una mejor técnica y un mejor rendimiento. Castro y Mota (2008) afirman que las variables cinemáticas en las distancias de 200 metros tienden a variar de forma significativa debido a la intensidad máxima de la prueba. Por lo tanto, el nadador tendría que establecer una estrategia y un ritmo constante, en términos de economía de nado, para tener una mayor eficacia en todas las velocidades a un ritmo estable.

Entre los factores que pueden influir en la relación entre la frecuencia de ciclo y la longitud de ciclo, y afectar a la velocidad de nado para ambos géneros, se encuentran los parámetros antropométricos, los cuales se ven afectados por la edad. Varias investigaciones (Camarero et al. 1997; Morales et al., 2009; Vorontsov & Binevsky, 2002), han demostrado esta relación con la frecuencia de ciclo y, más directamente con la longitud de ciclo. Las características antropométricas específicas, como la forma del cuerpo, el tamaño, la superficie de los segmentos de propulsión, y la capacidad de flotación, han sido identificados como factores cuya influencia sobre el rendimiento es muy importante, y también sobre la mecánica de la brazada (Chatard, Padilla, Cazorla, & Lacour, 1985; Grimston & Hay, 1986, citados en Pelayo et al., 1996). Por otro lado, Kennedy et al. (1990), en un estudio sobre nadadores olímpicos, argumentaron que los hombres solían nadar más rápido (alrededor de un 10 %) que las mujeres y tenían una longitud de ciclo más larga, lo cual producía probablemente, una mayor fuerza de propulsión, que a su vez generaría, una mayor velocidad de nado.

Comparación entre piscinas

Los resultados de las pruebas comparadas por tipos de piscina (corta o larga) muestran diferencias significativas en las pruebas de 50 y 200 metros, en el tiempo de llegada a los 5 metros y en el tiempo final, donde todas las pruebas registraron valores inferiores en la piscina de 25 metros, con una diferencia de 0,621 segundos (50 metros) y 2,644 segundos (200 metros). Según afirma Maglischo (2003), el tiempo parcial y el tiempo final están determinados por el ritmo de la prueba, estableciéndose en función de la distancia. Además, Robertson, Pyne, Hopkins y Anson (2009) añaden que los nadadores tienen que ser capaces de mantener una velocidad durante la prueba y seguir un ritmo de nado parabólico, con el fin de ser cada vez más rápidos en los parciales de cada largo y así mejorar los tiempos de los mismos. Esto nos hace suponer que las piscinas de 25 metros son percibidas como más rápidas por lo nadadores, debido a su menor tiempo final.

Se han observado en la piscina corta diferencias significativas en las pruebas de 200 metros, en las variables: velocidad parcial (25, 50, 75, 100 y 175 metros), frecuencia de ciclo (50 y 100 metros) y frecuencia ciclo promedio, obteniéndose valores inferiores respecto a los obtenidos en la piscina larga. Por ello, al combinar la frecuencia de ciclo y la longitud de ciclo, se produce una velocidad determinada, que dependerá de los factores individuales del nadador (Camarero et al. 1997). En este sentido, los valores relativos a las frecuencias empleadas por los nadadores presentan diferencias marcadas, sobre todo en lo que concierne a las distancias cortas.

Comparación en función del tipo de prueba

Los resultados muestran diferencias significativas en las variables para cada una de las pruebas al ser comparadas las medias. En cambio, el índice de nado no mostró diferencias significativas. En las variables acíclicas de tipo tiempo, cuando se pretende cubrir una cierta distancia en el menor tiempo posible, los nadadores deben establecer en función de la prueba, una estrategia de nado que les permita realizar la prueba en el menor tiempo posible, economizando el gasto ante la exigencia de la prueba. Esta circunstancia la confirma Maglischo (2003) al afirmar que el ritmo de prueba lo determina la distancia de nado. Este hecho se ve reflejado en el tiempo parcial a los 25 metros, con diferencias entre el primer parcial de cada prueba de 1,26 segundos entre 50 y 200 metros, y de 0,83 segundos entre 100 y 200 metros.

En la prueba de 200 metros, se tarda más tiempo en cubrir la distancia de 15 metros desde la salida. Esto hace pensar que no es necesaria una salida muy explosiva, ya que según afirma Mason y Cossor (2001), un inicio de prueba muy fuerte, puede causar un incremento innecesario del suministro energético por el sistema glucolítico, causando un descenso en el pH que podría estar relacionado con una reducción del rendimiento. Si compramos los tiempos en las pruebas de 50 y 200 metros, hubo una diferencia de 0,6 segundos entre ambas pruebas. Estos datos coinciden con lo afirmado por Robertson et al. (2009), que argumentan que una salida rápida es considerada como una estrategia muy exitosa en pruebas de corta duración (aproximadamente 60 segundos), mientras que en pruebas de media distancia (2 a 4 minutos), una salida rápida seguida de un buen desarrollo es, comparativamente, el ritmo de prueba que da mejores resultados.

El tiempo de viraje promedio se incrementó con la distancia. Mason y Cossor (2001) identifican que los nadadores más rápidos (en el estilo libre) no son necesariamente los más rápidos en el viraje. A la vista de sus resultados lo más significativo fue la fase subacuática, incluyendo la acción de empuje desde la pared. De esto se deduce que la distancia de nado subacuático y el tiempo estaban significativamente relacionados con el tiempo total del viraje, ya que a mayor distancia de nado, mayor será el tiempo empleado en la fase subacuática, y por lo tanto, más rápido será el rendimiento en el viraje.

El tiempo de llegada a los 5 metros (distancia antes de llegar a la pared) resultó ser cada vez más lento, y por tanto, aumentó con la distancia de prueba. Esto podría ser debido al cansancio o a la fatiga originada durante el curso de la prueba. Según Castro y Mota (2008), los efectos de la fatiga en los esfuerzos máximos de corto a medio plazo, cuando la liberación de energía por los procesos anaeróbicos es significativa, daría lugar a adaptaciones en los parámetros cinemáticos de nado y generaría una incorrecta ejecución técnica que desembocaría en una pérdida de tiempo.

En la longitud de ciclo a los 50 metros y en la longitud de ciclo promedio, se ha observado un incremento a medida que la distancia de nado aumenta. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Arellano et al. (1994), en su análisis de las pruebas de 50, 100 y 200 metros en los Juegos Olímpicos de Barcelona 92, donde afirman que la longitud de ciclo y el tiempo por cada parcial, están influenciados por la distancia y la frecuencia de ciclo, siendo esta última inferior.

Para las variables velocidad media, velocidad parcial (25 y 50 metros), velocidad de salida a los 5 metros, velocidad de viraje a los 15 metros, velocidad de llegada a los 5 metros, frecuencia de ciclo a los 50 metros y frecuencia de ciclo promedio, se observa que disminuyen a medida que la distancia de prueba aumenta. Según Pelayo et al. (1996), tanto en los hombres como en las mujeres, el medio para aumentar la velocidad de nado en el estilo libre durante una competición de corta distancia (50, 100 y 200 metros) es aumentar la frecuencia de ciclo. Esto supone que, probablemente, dicha diferencia en la frecuencia de ciclo se deba a las capacidades neuromotoras y energéticas. Además, los cambios producidos en el movimiento por la variable frecuencia de ciclo dentro de la carrera, pueden ser interpretados como una estrategia utilizada por los nadadores para hacer frente a factores como el incremento de la fatiga, la adversidad, las salidas, el viraje y el nivel de experiencia del nadador (Hellard et al. 2008).

Conclusiones

Se han encontrado diferencias significativas entre los géneros, siendo los hombres los que mejores tiempos desarrollan en todas las variables. Mientras, las mujeres muestran diferencias en las variables de tipo velocidad, siendo por tanto más lentas. En las variables cíclicas, las mujeres muestran menores valores de longitud de ciclo e índice de nado en las pruebas de 100 y 200 metros, lo cual produce una menor velocidad de nado, en comparación con los hombres. En cambio, estos registraron menores valores de frecuencia de ciclo en los 200 metros.

En función del tipo de piscina, se observaron diferencias significativas en las velocidades finales de todas las pruebas, obteniendo valores inferiores en las piscinas de 25 metros. En cambio, la frecuencia de ciclo promedio, frecuencia de ciclo a los 50 y 100 metros, presentan valores inferiores en la piscina de 50 metros.

A nivel de pruebas, se produjo una disminución en las frecuencias de ciclos y en las variables de tipo velocidad a medida que se incrementan las distancias de nado. En cambio, se produce un aumento de las longitudes de ciclo y de las variables tiempo a medida que las distancias de carrera aumentan.

Por último, en relación con la comparación entre las diferentes pruebas, se observan diferencias significativas entre todas las variables, excepto en el índice de nado, que actúa como un indicador de la economía de nado, siendo por tanto no significativo.

Referencias

- Arellano, R., Brown, P., Cappaert, J., & Nelson, R. C. (1994). Analysis of 50-, 100-, and 200-m Freestyle Swimmers at the 1992 Olympic Games. *Journal of Applied Biomechanics*, 10(2), 189-199.
- Arellano, R., Ferro, A., Balias, X., García, F., Roig, A., De la Fuente, B., ... Ferrer, M. (2001). Estudio de los resultados del análisis de la competición en las pruebas estilo libre en los Campeonatos de España Absolutos 1999 y 2000. En R. Arellano y A. Ferro (Eds.), *Análisis biomecánico de la técnica en natación: Programa de control del deportista de alto nivel*. (1 ed., vol. 32, pp. 51-86). Madrid: Consejo Superior de Deportes - Ministerio de Educación y Ciencia.
- Castro, F. A. S., & Mota, C. B. (2008). Desempenho em 200-m nado crawl sob máxima intensidade e parâmetros cinemáticos do nado. *Brazilian Journal of Biomechanics*, 9(17).
- Camarero, S., Tella, V., Moreno, J. A., & Fuster, M. A. (1997). Perfil antropométrico en las pruebas de 100 y 200 m libres (infantiles y juniors). *Archivos de Medicina del Deporte*, XIV(62), 461-468.
- Chen, I., Chen, M. Y., Jin, C., & Yan, H. (2008). Large-scale cluster analysis of elite male and female swimmers race patterns. *International Journal of Sports Science and Engineering*, 2(2), 123-128.
- Costill, D. L., Kovaleski, J., Porter, D., Kirwan, J., Fielding, R., & King, D. (1985). Energy Expenditure During Front Crawl Swimming: Predicting Success in Middle-Distance Events. *International Journal Sports Medicine*, 6(5), 266-270. doi:10.1055/s-2008-1025849
- Hellard, P., Dekerle, J., Avalos, M., Caudal, N., Knopp, M., & Hausswirth, C. (2008). Kinematic measures and stroke rate variability in elite female 200-m swimmers in the four swimming techniques: Athens 2004 Olympic semi-finalists and French National 2004 Championship semi-finalists. *Journal of Sports Science*, 26(1), 35-46. doi:10.1080/02640410701332515
- Kennedy, P., Brown, P., Chengalur, S. N., & Nelson, R. C. (1990). Analysis of male and female Olympic swimmers in the 100 m events. *International Journal of Sport Biomechanics*, 6(2), 187-197.
- Maglischo, E. (2003). *Swimming fastest*. Human Kinetics.
- Mason, B. R., & Cossor, M. (2001). Swim turn performances at the Sydney 2000 Olympic Games. En *Proceedings of Swim Sessions: XIX International Symposium on Biomechanics in Sports* (pp. 65-69). Exercise & Sport Science Department, University of San Francisco.
- Morales, E., Arellano, R., Femia, P., & Mercadé, J. J. (2009). Estudio comparativo de las pruebas eliminatorias y finales de 100 metros en nadadores andaluces de grupos de edad. *Apunts. Educación Física y Deportes* (96), 76-83.
- Pelayo, P., Sidney, M., Kherif, T., Chollet, D., & Tourny, C. (1996). Stroking characteristics in freestyle swimming and relationships with anthropometric characteristics. *Journal of Applied Biomechanics*, 12(2), 197-206.
- Robertson, E., Pyne, D., Hopkins, W., & Anson, J. (2009). Analysis of lap times in international swimming competitions (2009). *Journal of Sports Sciences*, 27(4), 387-95. doi.org/10.1080/02640410802641400
- Sánchez-Molina, J. A., & Arellano R. (2002). Stroke index values according to level, gender, swimming style and event race distance. En *XXth International Symposium on Biomechanics in Sports*. Cáceres (España), Universidad de Extremadura.
- Seyfried, D. (2007). Better coaching of elite swimmers with the applied use of optimal individual stroke rate parameters. *Baltic Journal of Health and Physical Activity*, 13(1), 144-147.
- Vorontsov, A., & Binevsky, D. (2003). Swimming speed, stroke rate and stroke length during maximal 100 m freestyle of boys 11-16 years of age. En *Biomechanics and Medicine in Swimming IX* (195-199). Chatard, J.C. Saint-Étienne, Université de Saint-Étienne.